

УДК 504.75 : 574 : 614.253.81

**О.В.РЫБАЛОВА**

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г.Харьков*

## **ОЦЕНКА ПРИЕМЛЕМОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАЛЫХ РЕК ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ЦЕЛЯХ РЕКРЕАЦИИ**

Описывается метод идентификации зон экологической опасности на основе оценки приемлемости потенциального риска здоровью населения при использовании водных ресурсов малых рек в целях рекреации. Приведены результаты его применения для бассейнов малых рек Харьковской области. Плохое состояние водных объектов и высокий уровень заболеваемости в регионе являются важной проблемой. Предлагаемый метод позволит органам управления в области водопользования и здравоохранения принять научно-обоснованные стратегические решения по улучшению санитарно-эпидемиологической ситуации и осуществлению природоохранных мероприятий.

Загрязнение окружающей среды ставит перед обществом проблему обеспечения экологической безопасности и социальной защищенности человека в современных условиях. Сохранение здоровья населения является одним из основных критериев при решении экологических проблем, поскольку от состояния здоровья людей зависит благосостояние страны в целом.

Установление причинно-следственных связей между состоянием окружающей среды и здоровьем населения является одной из ведущих среди социальных задач, а опыт ее разрешения в развитых странах мира доказывает ее актуальность и острую необходимость включения в систему государственного управления природоохранной деятельностью [1-7].

При идентификации зон повышенной экологической опасности наиболее перспективными являются методы оценки риска здоровью населения, так как в силу вероятностного характера они позволяют выделять риски по различным загрязняющим веществам, источникам загрязнения, административным или ландшафтно-территориальным единицам, компонентам окружающей среды.

Во многих странах мира, в том числе в США [8 - 10] и России [11, 12] законодательно закреплено использование метода оценки риска здоровью населения для целей социально-гигиенического мониторинга, экологической и гигиенической экспертиз, экологического аудита, определения зон экологического бедствия и чрезвычайной экологической ситуации, государственного экологического контроля, обоснования действий по охране окружающей среды и здоровья населения.

Оценка потенциального риска [13, 14] имеет преимущество упрощенности по сравнению с традиционной методикой оценки риска

здоровью населения, к тому же она сориентирована на конкретный фактор среды (в данном случае – качество водного объекта) и является вероятностной характеристикой нарушения здоровья определенных групп населения.

В настоящей статье предлагается новый метод оценки приемлемости потенциального риска здоровью населения при рекреационном водопользовании бассейнов малых рек, который позволяет проанализировать степень воздействия рассматриваемого фактора среды на здоровье населения и выбрать комплекс мероприятий, направленных на его минимизацию.

Малые реки, к которым относятся постоянно действующие водотоки длиной от нескольких километров с площадью водосбора до 2000 км<sup>2</sup> или с расходом воды до 5 м<sup>3</sup>/с [15], являются наиболее распространенным видом водных объектов. В Украине 98% стока формируется в бассейнах малых рек [16]. Таким образом, благодаря многочисленности малые реки представляют собой важнейшую часть географической среды и играют большую роль в жизни общества, что обуславливает актуальность применения данного метода с целью обеспечения экологического благополучия и комфортности среды обитания.

Идентификация приоритетных, наиболее значимых экологических проблем в области использования водных ресурсов малых рек на основе оценки приемлемости риска здоровью населения предполагает решение следующих задач:

- оценка потенциального риска здоровью населения при рекреационном использовании водных ресурсов малых рек;

- комплексная оценка состояния здоровья населения по административным районам области;

- оценка приемлемости потенциального риска здоровью населения при использовании водных ресурсов малых рек в целях рекреации.

Оценка риска здоровью человека от воздействия антропогенных факторов складывается из четырех фаз: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости “доза-эффект”, характеристика риска [13].

Идентификация опасности подразумевает учет тех факторов, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Причиной загрязнения водных объектов являются точечные источники загрязнения – сбросы сточных вод предприятий промышленности, коммунального и сельского хозяйства и диффузные, рассредоточенные источники (сток с урбанизированных территорий, сельскохозяйственных угодий и т.п.). Информацию о точечных источниках загрязнения можно получить из сети мониторинга. Оценить диффузные

источники загрязнения водных объектов позволяют результаты расчетов по стандартным методикам.

Оценка экспозиции предполагает идентификацию исследуемой территории, чувствительных групп населения, маршрут воздействия и воздействующие дозы. Водные ресурсы малых рек чаще всего используются в целях рекреации. Поэтому для поставленной задачи исследуемыми территориями будут зоны рекреации. Маршрут воздействия представляет собой заглатывание или попадание воды на кожу при купании.

На третьем этапе оценки риска строится модель “доза-эффект”. С этой целью необходимо проанализировать качественное состояние водного объекта и определить вещества, превышающие ПДК, так как основным концептуальным положением определения потенциального риска является следующий постулат: “Соблюдение норматива (ПДК) гарантирует отсутствие неблагоприятных для здоровья эффектов, а его превышение может вызвать вероятность (риск) увеличения заболеваемости населения” [13].

Экспертным решением выдвигается гипотеза о потенциальной опасности появления или возрастания существующего уровня экологозависимых заболеваний (поражаемые органы и системы, тяжесть изменений при разных уровнях воздействия).

С целью комплексной оценки современного состояния здоровья населения предлагается использовать обобщенный индекс острой заболеваемости, связанной с рекреационным водопользованием [17].

На четвертом этапе дается характеристика риска здоровью населения при рекреационном водопользовании малых рек. При оценке риска здоровью населения, связанного с качеством воды рекреационных объектов, отдельно рассчитывается риск здоровью, связанный с органолептическими и санитарно-токсикологическими свойствами воды, а также риск, связанный с эпидемиологической опасностью воды. Затем определяется суммарный риск по правилу умножения вероятностей, где в качестве множителя выступают не величины риска здоровью, а значения, характеризующие вероятность его отсутствия [13]:

$$\text{Risk}_{\text{сум}} = 1 - (1 - \text{Risk}_1)(1 - \text{Risk}_2)(1 - \text{Risk}_3) \dots (1 - \text{Risk}_n), \quad (1)$$

где  $\text{Risk}_{\text{сум}}$  – риск комбинированного воздействия примесей;  $\text{Risk}_1, \dots, \text{Risk}_n$  – риск воздействия каждой отдельной примеси.

Так как реакция организма на загрязненность окружающей среды может проявиться через некоторое время и уровень роста заболеваемости имеет нелинейный характер, одной из серьезных проблем оценки влияния качественного состояния окружающей среды является определение приемлемости риска здоровью населения, то есть насколько

опасно его увеличение при существующем уровне заболеваемости. Определить приемлемость риска можно в сочетании с комплексной оценкой здоровья населения (рис.1).

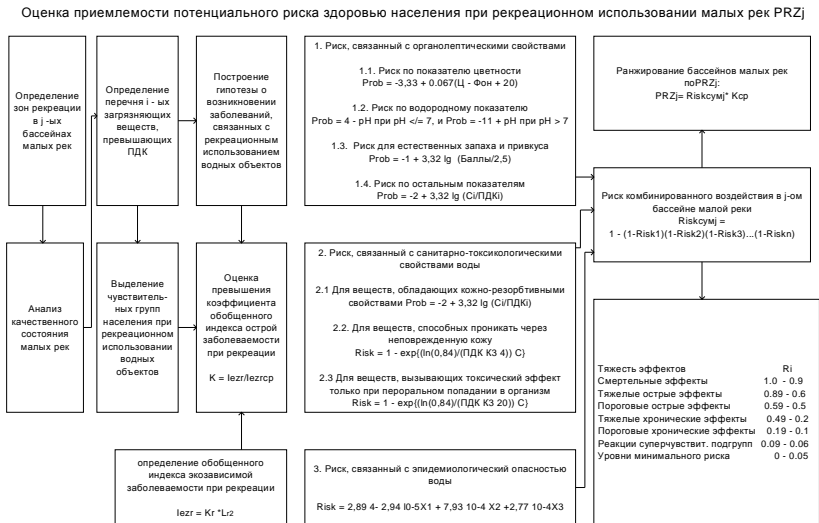


Рис.1 – Оценка приемлемости потенциального риска здоровью населения при рекреационном использовании водных объектов

Показатель приемлемости потенциального риска здоровью населения может быть определен как произведение потенциального риска комбинированного воздействия примесей на здоровье населения и среднего коэффициента превышения обобщенного индекса острой заболеваемости изучаемого региона, который можно вычислить по формуле

$$PRZ = Risk_{сум} \cdot K_{ср}^r, \quad (2)$$

где PRZ – показатель приемлемости потенциального риска здоровью населения;  $Risk_{сум}$  – риск комбинированного воздействия примесей;  $K_{ср}^r$  – средний коэффициент превышения обобщенного индекса острой заболеваемости, связанной с рекреационным водопользованием.

Определение потенциальной возможности использования водных ресурсов малых рек на основе оценки приемлемости потенциального риска здоровью населения особенно актуально для Харьковской области. Необходимо отметить, что гидрологический и гидрохимический режим малых рек изучен намного хуже, чем средних и больших рек. Так, по территории Харьковской области протекает 867 рек и

временных водотоков, причем из них 172 реки имеют длину более 10 км. Однако качественное состояние малых рек контролируется только в 7 створах, что свидетельствует о довольно острой проблеме недостаточности данных системы мониторинга на территории Харьковской области [18].

В 90-х годах была проведена паспортизация малых рек Харьковской области, что дало возможность рассчитать потенциальный риск здоровью населения при рекреационном водопользовании более чем для 100 рек области. Сравнительный анализ суммарного риска с 1990 по 2000 гг. показал, что в среднем он увеличился на 8,9%, но не изменил категории качества (IV категория качества вод означает сильное влияние на здоровье населения) (см. рис.2).

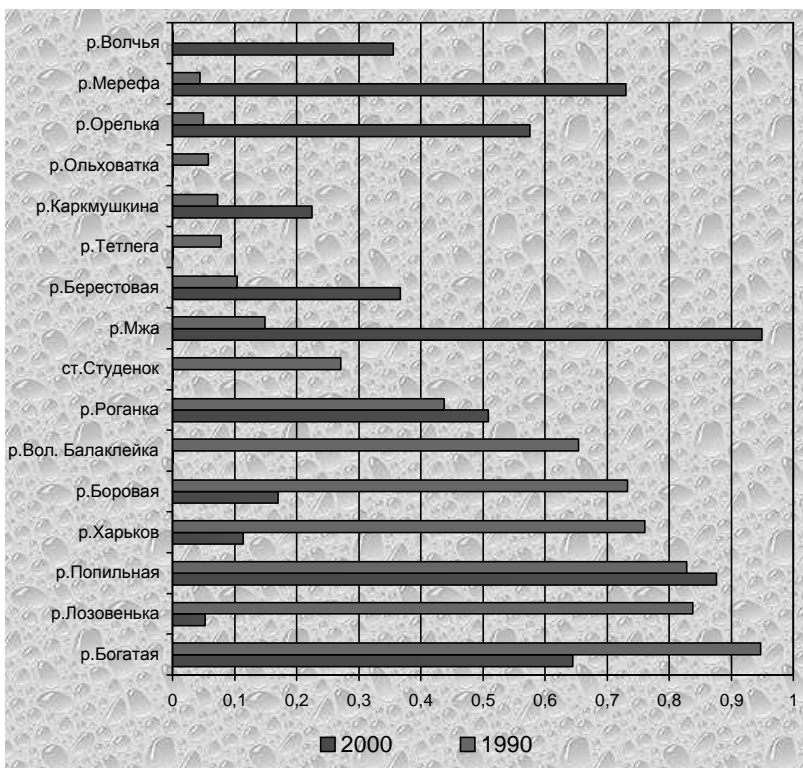


Рис.2 – Сравнительный анализ контрольных рек по величине суммарного риска здоровью населения

Загрязнение водных объектов, снижение жизненного уровня населения, ухудшение санитарно-гигиенической ситуации на территории Украины - все это обострило эпидемиологическую обстановку, возросло количество острых кишечных инфекций, вирусных гепатитов, заболеваний органов пищеварения и онкологических заболеваний [19].

Для оценки заболеваемости, причиной которой может быть использование водных объектов Харьковской области в целях рекреации, были проанализированы данные областной санитарной эпидемиологической станции о заболеваемости населения острыми кишечными заболеваниями, сальмонеллезом, дизентерией и вирусным гепатитом по административным районам области за 1995 – 2002 гг. (см. рис.3).

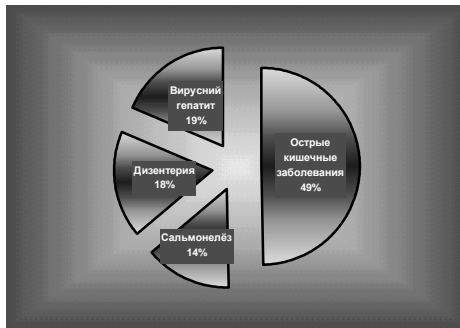


Рис.3 – Распространенность инфекционных заболеваний на территории Харьковской области

Для каждого вида перечисленных заболеваний рассчитывался индекс заболеваемости по формуле

$$I_i^r = Z_{cp}^r / N^r, \quad (3)$$

где  $I_i^r$  – индекс  $i$ -го вида экзозависимого заболевания в  $r$ -м административном районе;  $Z_{cp}^r$  – численность заболевших  $i$ -м заболеванием в  $r$ -м административном районе;  $N^r$  – численность населения в  $r$ -м административном районе.

Расчеты среднего индекса заболеваемости по вышеперечисленным заболеваниям и обобщенный индекс экзозависимой заболеваемости с 1995 по 2002 гг. по административным районам Харьковской области выполняли по выражению

$$I_{об}^r = (I_{об1}^r + I_{об2}^r + \dots + I_{обi}^r) / i, \quad (4)$$

где  $I_{об}^r$  – обобщенный индекс экзозависимой заболеваемости с 1995 по 2002 гг. в  $r$ -м административном районе;  $I_{об1}^r$  – обобщенный индекс первой экзозависимой заболеваемости (острой кишечной заболеваемости) с 1995 по 2002 гг. в  $r$ -м административном районе;  $I_{об2}^r$  – обоб-

щенный индекс второй экзависимой заболеваемости (сальмонеллезом) с 1995 по 2002 гг. в г-м административном районе;  $\Gamma_{об\bar{i}}^r$  – обобщенный индекс  $i$ -й экзависимой заболеваемости с 1995 по 2002 гг. в г-м административном районе;  $i$  – количество анализируемых заболеваний, причиной возникновения которых может быть использование водных объектов в целях рекреации.

Кроме заглатывания воды или поступления вредных веществ через кожу при купании в водных объектах, причиной возникновения острых кишечных заболеваний, сальмонеллеза, дизентерии и вирусного гепатита может быть употребление в пищу продуктов питания или воды, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормам. Поэтому были рассчитаны весовые коэффициенты по отношению проб, превышающих ПДК ( $K_{1,2,3}$ ) к общему количеству проб ( $n_{1,2,3}$ ), анализируемых органами ОблСЭС по административным районам Харьковской области для хозяйственно-питьевого водоснабжения ( $L_1^r$ ), состояния водных объектов в местах водопользования ( $L_2^r$ ) и продуктов питания ( $L_3^r$ ) по формуле

$$P_{1,2,3} = K_{1,2,3} / n_{1,2,3}. \quad (5)$$

Весовые коэффициенты находили по выражению:

$$L_1^r + L_2^r + L_3^r = 1, \quad (6)$$

где  $L_1^r$  – весовой коэффициент для хозяйственно-питьевого водоснабжения в г-м административном районе;  $L_2^r$  – весовой коэффициент для состояния водных объектов в местах водопользования в г-м административном районе;  $L_3^r$  – весовой коэффициент для продуктов питания.

Расчеты показывают, что основной причиной возникновения названных заболеваний является купание в бассейнах рек в Краснокутском ( $L_2=0,84$ ), Шевченковском ( $L_2=0,7$ ), Богодуховском ( $L_2=0,67$ ) районах и г.Харькове ( $L_2=0,65$ ).

Идентифицировать административные районы области с неблагоприятной санитарно-эпидемиологической заболеваемостью позволяет вычисление коэффициента превышения общего индекса экзависимой заболеваемости с учетом весовых коэффициентов по формуле

$$K^r = \Gamma_{об}^r \cdot L_2^r / I_{об} \cdot L_2, \quad (7)$$

где  $K^r$  – коэффициент превышения общего индекса экзависимой заболеваемости в г-м административном районе;  $I_{об}$  – обобщенный индекс экзависимой заболеваемости с 1995 по 2002 гг. в целом по Харьковской области;  $L_2$  – весовой коэффициент для анализа качественного состояния водных объектов в местах водопользования в целом по Харьковской области.

При  $K^r > 1$  состояние здоровья населения в г-м административном районе вызывает тревогу по причине плохого состояния водных объектов, которые используются в целях рекреации, что требует принятия управленческих решений по реализации мероприятий в области здравоохранения и восстановления природной ценности водных объектов. На территории Харьковской области такими районами являются Чугуевский ( $K^r=3,04$ ), Изюмский ( $K^r=2,7$ ), Краснокутский ( $K^r=2,01$ ), Шевченковский ( $K^r=1,87$ ), Купьянский ( $K^r=1,83$ ), Лозовской ( $K^r=1,65$ ), Богодуховский ( $K^r=1,57$ ), Валковский ( $K^r=1,07$ ), г. Харьков ( $K^r=1,71$ ).

Так как система наблюдения мониторинга и гидрохимическая изученность малых рек очень слабые, оценить достоверность данных о влиянии использования водных ресурсов малых рек в целях рекреации на здоровье населения можно с помощью формулы

$$\beta = m / f, \quad (8)$$

где  $\beta$  – поправочный коэффициент влияния рекреационного водопользования малых рек на здоровье населения;  $m$  – количество исследуемых малых рек в г-м административном районе;  $f$  – количество водных объектов в г-м административном районе, используемых в целях рекреации.

Если исследуемая река протекает по нескольким административным районам, нужно вычислить средний коэффициент превышения общего индекса экодзависимой заболеваемости  $K_{cp}$ :

$$K_{cp} = (K_1^r + K_2^r + K_3^r + \dots + K^r) / r. \quad (9)$$

Результаты ранжирования по показателям приемлемости потенциального риска здоровью населения при рекреационном использовании малых рек  $PRZ_j$  приведены в таблице и на рис.4.

Ранжирование бассейнов малых рек Харьковской области по показателю приемлемости потенциального риска здоровью населения при рекреационном водопользовании (данные за 2000 г.)

№ п/п	Название водного объекта	$Risk_{sum}$	$K_{cp}$	$PRZ_j$
1	р. Роганка	0,509	1,522	0,775
2	р. Попильная	0,876	0,535	0,468
3	р. Мжа	0,949	0,431	0,409
4	р. Орелька	0,576	0,570	0,328
5	р. Боровая	0,170	0,827	0,141
6	р. Волчья	0,356	0,291	0,104
7	р. Лозовенька	0,053	1,258	0,067
8	р. Карамушкина	0,225	0,291	0,066
9	р. Берестовая	0,367	0,017	0,006
10	р. Богатая	0,645	0,016	0,0104
11	р. Мерефа	0,720	0,000003	0,000002
12	р. Харьков	0,114	0,000003	0,00000034



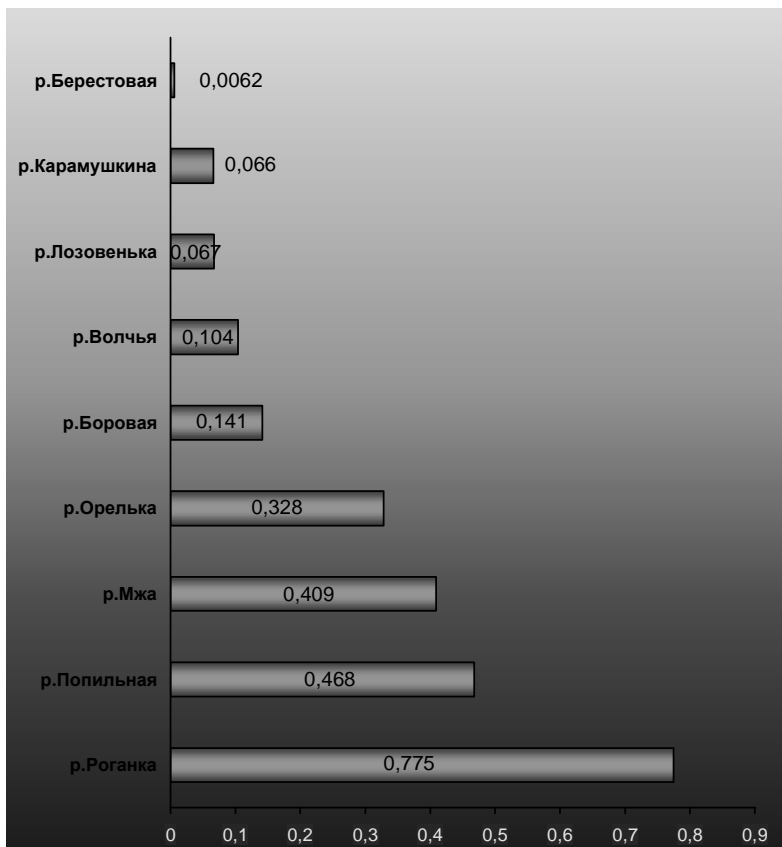


Рис.4 – Ранжирование бассейнов малых рек Харьковской области по показателю приемлемости потенциального риска здоровью населения при рекреационном водопользовании

Предложенная методика идентификации и ранжирования проблемных ситуаций водопользования в бассейнах малых рек по показателю приемлемости потенциального риска здоровью населения позволяет определить приоритетность проведения природоохранных и оздоровительных мероприятий, что при недостаточной их эффективности и ограниченности финансирования в настоящее время является актуальной задачей.

1.Литвинов Н.Н., Прокопенко Ю.И. К проблеме оценки степени опасности для здоровья населения факторов окружающей среды // Гигиена и санитария.– 1981. – №10. – С.72-74.

- 2.Шандала М.Г., Звизняцкий Я.И. Окружающая среда и здоровье населения. – К.: Здоровье, 1988. – 151 с.
- 3.Русакова Л.Т., Антомонов М.Ю. Методика расчета пороговых и подпороговых уровней (концентраций) при изолированном и сочетанном действии факторов окружающей среды //Актуальные проблемы гигиенического регламентирования химических факторов в объектах окружающей среды: Тез. докл. Всесоюз. конф. 24-25 октября 1989 г. – Пермь, 1989. – С.67-168.
- 4.Русакова Л.Т. Автоматизированная система расчета подпороговых уровней факторов окружающей среды при сочетанном действии // Тез. докл. конф.: Медико-биологические и социально-экономические аспекты охраны окружающей среды в индустриально развитых регионах. – Пермь, 1990. – С.43-44.
- 5.Мяч Л.Т. Методы и средства оценки и прогнозирования воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду // Оценка современного и прогнозного состояния природной среды (методы, тенденции, последствия): Тр. Института прикладной геофизики. Вып. 76. – М.: Гидрометеиздат, 1990. – С.3-27.
- 6.Беляев Е.Н., Чибураев В.И., Фокин М.В. Социально-гигиенический мониторинг в решении стратегических задач среды обитания и здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2002. – №3. – С.9.
- 7.Гичев Ю.П. Экологическая обусловленность преждевременного старения и сокращения продолжительности жизни населения России // Гигиена и санитария. – 2002. – №6. – С.48-51.
- 8.U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS).
- 9.California Environmental Protection Agency (EPA). Toxicity Criteria Database. <http://www.oehha.org/risk/chemicalDB/index.asp>
- 10.NTP (National Toxicology Program). Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of Naphthalene (CAS No. 91-20-3) in B6C3F1 Mice. (Inhalation Studies). DHHS, PHS, NIH, Rockville, MD. Technical Report Series No. 410. NIH Publ. No. 92-3141, 1992. Unit risk derived using Global 86 algorithm from these data.
- 11.Онищенко Г.Г. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье в системе социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2002. – №6. – С.3-5.
- 12.Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. Методологические аспекты оценки риска для здоровья населения при кратковременных и хронических воздействиях химических веществ, загрязняющих окружающую среду // Гигиена и санитария. – 2002. – №6. – С.5-7.
- 13.Киселев А.Ф., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. – СПб, 1997. – 100 с.
- 14.Новиков С.М., Шашина Т.А., Шашина Е.А., Скворцовская С.А. Научно-практические исследования по проблеме “Научные основы комплексной оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека” в 2001 г. // Гигиена и санитария. – 2002. – №6. – С.87-89.
- 15.Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов. ГОСТ 17.1.1.02-77. Госком СССР по стандартам. – М., 1980. – 19 с.
- 16.Пережест В.С., Чекушкіна Т.А. Малим річкам – чистоту і повноводність. – К.: Урожай, 1984. – 110 с.
- 17.Анисимова С.В., Рыбалова О.В., Поддашкин А.В. Оценка детской заболеваемости как индикатор экологического состояния территории // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.38. – К.: Техніка, 2001. – С.126-130.
- 18.Анисимова С.В., Поддашкин А.В., Рыбалова О.В., Коробкова А.В. Ранжирование малых рек Харьковской области по индексу условного риска здоровью населения // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 49. – К.: Техніка, 2003. – С.101-

107.

19. Екологічна ситуація в Харківській області (по матеріалам національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Харківській області в 1999 р.). – Харків: ВЕЛ, 2000. – 38 с.

*Получено 18.06.2003*

УДК 628.162.087

С.С.ДУШКИН, д-р техн. наук, И.Н.ГУСЬ, О.В.ВОЛОДЧЕНКО

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ КОАГУЛИРОВАННЫХ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Приведены результаты исследования влияния магнитно-электрической активации растворов коагулянтов на процессы очистки воды, осаждаемость коагулированной взвеси, уплотнение осадка в системах водоснабжения.

На станциях водоподготовки ТЭЦ получило распространение коагулирование с известкованием, позволяющее сочетать очистку воды от примесей и ее реагентное умягчение [1].

В качестве коагулянта в системах промышленного водоснабжения используется хлорид железа (III) вследствие его более высокого по сравнению с сульфатом алюминия коагуляционного действия при низких температурах воды, возможности применения при очистке мутных жестких вод с высокими значениями рН, способности удалять соединения меди, мышьяка, органические соединения [1, 2]. В ряде случаев обеспечивается более высокая по сравнению с сульфатом алюминия его обесцвечивающая способность [3]. Замена сульфата алюминия хлоридом железа (III) позволяет достигнуть минимума рН при меньших затратах коагулянта [4]. К недостаткам хлорида железа (III) как коагулянта можно отнести сильные кислотные свойства и образование в процессе коагуляции при очистке воды менее развитой по сравнению с сульфатом алюминия поверхности хлопьев [3, 4].

В ходе исследований изучали следующие вопросы:

магнитно-электрическая активация сульфата железа (II) при коагулировании с известкованием на станциях водоподготовки ТЭЦ;

влияние активированного раствора коагулянта сульфата алюминия на осаждаемость коагулированной взвеси и уплотнение осадка промстоков хлорорганического производства;

использование активированных растворов хлорида железа (III) при очистке технической воды.